

03500.017662

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
TOSHIHIKO OUCHI ) Examiner: Unassigned  
Application No.: 10/735,903 ) Group Art Unit: Unassigned  
Filed: December 16, 2003 )  
For: OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, )  
OPTICAL AND ELECTRICAL )  
ELEMENTS COMBINED DEVICE,) )  
METHOD OF DRIVING THE )  
SAME, AND ELECTRONIC )  
EQUIPMENT USING THE SAME : April 6, 2004

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:


In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed  
is a certified copy of the following Japanese application:

2002-313733, filed October 29, 2002.



Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicant  
Justin J. Oliver  
Registration No. 44,986

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3800  
Facsimile: (212) 218-2200

JJO/tmm

DC\_MAIN 158738v1

CF017662  
Auchi US/  
10/735,903 /kh

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 2 9 日  
Date of Application:

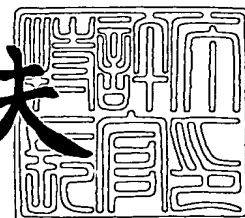
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 7 3 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 1 3 7 3 3 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 3 7 9 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 4768065

【提出日】 平成14年10月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/12  
G02B 6/42  
G02B 5/00  
G09F 9/00  
H01L 27/15  
H01S 3/18  
H04B 9/00

【発明の名称】 光導波装置、光電融合基板、及びそれを用いた電子機器

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 尾内 敏彦

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100086483

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 一男

【電話番号】 04-7191-6934

【手数料の表示】

【納付方法】 予納

【予納台帳番号】 012036

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波装置、光電気混載装置、その駆動方法、及びそれを用いた電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路、及び該光導波路への光信号の入出力を行う光入出力ポートを備えた光導波装置であって、該光入力ポートは、該光入力ポートに電気信号として入力されるタイミング制御信号を用いて、該光出力ポートから該光導波路へ入力された光信号を受信することを特徴とする光導波装置。

【請求項 2】 前記光導波路はスラブ型光導波路であることを特徴とする請求項 1 記載の光導波装置。

【請求項 3】 前記光入出力ポートは、前記光導波路における光導波方向とは略垂直方向に光を入射或いは出射するための光素子、及び該光導波路内の所望の位置に該光素子に対応して設けられた光路変換手段で構成されるものを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光導波装置。

【請求項 4】 前記光路変換手段は凸形状を持った光反射体であって、前記光素子は、その中心部と該反射体凸部の頂点の位置を一致させて前記光導波路に実装されている面型素子であり、各光素子は前記光導波路内の全領域に対して発信、受信することを特徴とする請求項 3 記載の光導波装置。

【請求項 5】 前記光路変換手段は凸形状を持った光反射体であって、前記光素子は、その中心部と該反射体凸部の頂点の位置をずらして前記光導波路に実装されている面型素子であり、各光素子は前記光導波路内の一部領域のみに対して発信、受信することを特徴とする請求項 3 記載の光導波装置。

【請求項 6】 前記スラブ型光導波路は複数の光導波路層が積層されて成ることを特徴とする請求項 2 乃至 5 記載の何れかに記載の光導波装置。

【請求項 7】 前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成され、前記タイミング制御信号は、該パケット信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行う様に構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 記載の何れかに記載の光導波装置。

【請求項 8】電気回路、該電気回路を動作させるための電気チップ、請求項 1 乃至 7 記載の何れかに記載の光導波装置を含み、該電気チップ間の信号接続が、前記光信号を用いた光接続、及び該光信号の授受を制御するための前記タイミング制御信号を少なくとも用いた電気接続の双方によって行われる様に構成されたことを特徴とする光電気混載装置。

【請求項 9】前記光入出力ポートと前記電気チップは電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 8 記載の光電気混載装置。

【請求項 10】前記電気チップ間の電氣的接続の一部または全ては、前記光導波路表面に形成した電気配線、或いは前記電気回路を備える電気回路基板に形成した電気配線によって接続されていることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の光電気混載装置。

【請求項 11】前記光導波路を構成する複数の光導波路層には、同一電気チップからの光入出力ポートがそれぞれ備えられていることを特徴とする請求項 8 乃至 10 の何れかに記載の光電気混載装置。

【請求項 12】前記電気回路を備える電気回路基板に、他の電気回路基板に面実装するための接続端子が表面に複数並べられており、チップサイズパッケージの形態となっていることを特徴とする請求項 8 乃至 11 の何れかに記載の光電気混載装置。

【請求項 13】請求項 8 乃至 12 の何れかに記載の光電気混載装置の駆動方法であって、前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成し、前記タイミング制御信号は、該パケット信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行ない、パケット信号取捨選択のための電気信号は、発信側の電気チップからパケット列の繰り返し周期で決まるクロック周波数で送信し、受信側の電気チップにおいて選択するパケット列より早いタイミングで該取捨選択のための電気信号パルスを受信し、該パルスの立下りのタイミングでパケット信号の取り込みを開始することを特徴とする光電気混載装置の駆動方法。

【請求項 14】請求項 8 乃至 12 の何れかに記載の光電気混載装置の駆動方法

であって、前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成し、前記タイミング制御信号は、該パケット信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行ない、パケット交換の制御パターンは、該装置内または装置外のメモリに記憶し、該メモリから順次パターンを読み出して該装置の動作を制御することを特徴とする光電気混載装置の駆動方法。

【請求項 15】 発信側電気チップ及び受信側電気チップは必要に応じて時分割で順次変えていくことを特徴とする請求項 13 または 14 記載の光電気混載装置の駆動方法。

【請求項 16】 同一光導波路内で同一時間に複数の電気チップより光信号を発信させる場合には、該複数の電気チップの光信号の強度を異ならせることを特徴とする請求項 13 乃至 15 の何れかに記載の光電気混載装置の駆動方法。

【請求項 17】 パケット交換の制御パターンは、設計資産として装置外部からダウンロードして書き換え可能であり、ダウンロードと同時に該装置の動作をスイッチすることを特徴とする請求項 13 乃至 16 の何れかに記載の光電気混載装置の駆動方法。

【請求項 18】 請求項 9 乃至 14 の何れかに記載の光電気混載装置を組み込むことで電気チップ間の高速光接続を自由に再構成でき、1つの機器で複数の組み込みシステム間を高速にスイッチできる様に構成されたことを特徴とする電子機器。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、電気回路基板やパッケージ内の電気チップ間などにおいて信号を光学的に接続するための光導波路及び光入出力ポートを含む光導波装置、該光接続装置と電気回路を含む光電気混載装置、その駆動方法、及びそれを用いた電子機器に関するものである。

##### 【0002】



**【従来の技術】**

高度情報化社会を支えるパーソナルコンピュータ、セルラー電話やPDAに代表されるモバイル機器、デジタルAV（オーディオビジュアル）機器などの高性能化には、多数の高集積化されたLSIチップが用いられており、これらを高密度で高速に動作させる実装技術が求められている。そのためには、従来の電気接続だけを使った実装技術では、伝送遅延やクロストークの問題の解決、電磁放射ノイズ（Electromagnetic Interference: EMI）の低減などにおいて限界に来ており、光接続を併用した方式が検討されてきている。

**【0003】**

光接続をチップ間に適用する例は幾つか提案されているが、例えば、平坦基板上に形成した有機高分子からなるスラブ導波路を伝送媒体に用いる方式は、ライン状の光導波路を作り込む方式に比べて、LSIチップやそれを実装するボードやパッケージとのマッチングが良く作製も容易で、チップ間で自由接続できるなどの利点があると考えられる（例えば、特許文献1参照）。その構成例を図11に示す。高分子封止材209で封止された光導波層を備えた基板201'の絶縁層208には発信素子204、206及び受信素子205が備えられており、LSIボード202を実装することで、LSI間の信号伝送をスラブ光導波路201"を用いて実現している（信号光203）。発信素子204、206及び受信素子205と導波路201"との光結合にはホログラム207を用いており、更に波長制御する素子で素子間の結合状態を制御する様になっている。

**【0004】****【特許文献1】**

特開平8-293836号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、共通の導波路を伝送されてきた信号光が常に所定の受信素子への信号とは限らない。

**【0006】**

そこで、本発明は、光導波路を伝播してくる光信号の内、所望の信号を選択的

に受信できる構成を備えた光導波装置、光電気混載装置、その駆動方法、及びそれを用いた電子機器を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の光導波装置は、光導波路、及び該光導波路への光信号の入出力を行う光入出力ポートを備えた光導波装置であって、該光入力ポートは、該光入力ポートに電気信号として入力されるタイミング制御信号を用いて、該光出力ポートから該光導波路へ入力された光信号を受信することを特徴とする。上記光導波装置により、光入力ポート（光受信部）は、選択的に必要な信号のみを受信できることになる。さらに、光入力ポートが前記光導波路に複数接続されている場合には、上記タイミング制御信号を用いることで、光入出力ポート間の光接続の仕方を結果的に再構成可能な光導波装置の提供が可能となる。この構成は、光のリコンフィギャラブル配線を、光導波路を介する光接続の構造は実質的に変えないで、光信号より遅い速度で送信し得る電気信号の制御で確立しているので、電気接続の欠点を抑制しつつ光接続の長所を生かした精密な制御を必要としない構成として比較的低コストで実現できる。

#### 【0008】

上記基本構成に基づいて、以下の如き態様が可能である。

前記光入出力ポートは、前記光導波路における光導波方向とは略垂直方向に光を入射或いは出射するための光素子（発光或いは受光素子）、及び該光導波路内の所望の位置に光素子に対応して設けられた光路変換手段で構成されるものを含み得る。この場合、前記光路変換手段は凸形状を持った光反射体であって、光素子は、その中心部と反射体凸部の頂点の位置を一致させて光導波路に実装されている面型素子であり、各光素子は光導波路内の全領域に対して発信、受信する態様としたり、前記光路変換手段は凸形状を持った光反射体であって、光素子は、その中心部と反射体凸部の頂点の位置をずらして光導波路に実装されている面型素子であり、各光素子は光導波路内の一部領域のみに対して発信、受信する態様としたりすることができる。

#### 【0009】

前記光素子は半導体結晶から構成される面型素子であって、該半導体結晶のうち受光または発光に必要な薄膜層のみを前記光導波路に転写して半導体基板を除去した構成を有し得る。また、スラブ型光導波路などの光導波路は、ポリカーボネート、ポリイミド、BCB、SU-8（商品名）、シロキサン、ポリシラン、及びこれらの主鎖または側鎖に機能基を結合させた有機材料ポリマーまたはオリゴマーなどで形成し得る。

#### 【0010】

前記光導波路は代表的にはスラブ型光導波路である。また、前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成され、前記タイミング制御信号は、該パケット信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行う様に構成され得る。こうした構成では、スラブ導波路と電気回路と該電気回路を動作させるための電気チップが一体化された光電気混載装置において、チップ間の信号接続は光パケット信号のブロードキャストとパケット交換を制御する電気信号により行われ得る。配線切り換えは、光信号より遅いクロック周波数で配信される電気信号で行われ得るが、タイミング制御を行うことにより実効的に高速な配線切り換えが可能である。

#### 【0011】

また、上記目的を達成する本発明の光電気混載装置は、電気回路、該電気回路を動作させるための電気チップ、上記の光導波装置を含み、電気チップ間の信号接続が、前記光信号を用いた光接続、及び該光信号の授受を制御するための前記タイミング制御信号を少なくとも用いた電気接続の双方によって行われる様に構成されたことを特徴とする。

#### 【0012】

ここで、光信号の時分割のパケット交換を電気チップ間で別途配線した電気接続を用いたタイミング制御により行う本発明の代表例の特徴を説明する。50mm角前後の比較的小さいエリアにおいてはチップ同志の電気配線は容易で、パケット交換のための電気制御信号は高速光信号を束ねたパケット毎に送ればよいので電気チップ内部のクロック周波数を分周した遅い信号でよい。ため、電気回路基板内

の光接続では有効となる。また、本方法ではパケット信号の取捨選択を別途送られた電気信号により制御するので、パケットに送信先アドレスデータを挿入しなくてもよい。従って、パケット内の信号リソースを最大限に使えて実効的な転送スピードが向上できると共に、光配線先を指定しないことから必ずしもライン状の光導波路を必要とせず低コストなスラブ型光導波路でブロードキャスト的に発信できる。

#### 【0013】

ブロードキャスト的に光伝播できることは、1対多や多対多の信号授受を高速に切り換えられることに繋がる。さらに、複数のシステム間で高速にスイッチングでき、小型、低コスト化するには本発明により実装した光電気混載型の基板或いはチップパッケージが効果を発揮する。特にモバイル機器には最適である。この様に、従来の光通信で行われているパケット交換を小さいエリアで行うために、制御信号を電気で送信できるというメリットを最大限に活かしたチップ間パケット交換方式となり得る。

#### 【0014】

このような方式を実現する具体例としては、図1のようなチップサイズパッケージがある。この例では、多層電気配線層2の上にスラブ型導波路1が集積化され、複数のベアチップのLSI1～5の間は光接続と電気接続の両方が行える様になっている。光信号はLSI下部に接続した光素子で授受が行われるが、どの素子にも同一信号を受信できる様に伝播させて、図4に示した様に、別途送られている電気制御信号の立ち下りのタイミングでのみ信号を取得する様に制御している。したがって、例えば、パケットが128bitから構成されていれば、光信号のクロック周波数に対して1/128に分周した遅いクロック周波数で電気信号を送ればよいことになる。

#### 【0015】

送信源としては順次時間的に切り換えていくことや、光強度多重、多層の光導波層での空間多重を併用してシステムを構成することができる。パケット交換の制御シーケンスは、予めプログラミングしておいたものを回路内または装置外のメモリーに蓄積しておいて順次読み出したり、外部からダウンロードして追加、

書き換えできる様にして、ダウンロードと同時に該装置の動作を高速にスイッチしたりすることもできる。

#### 【0016】

また、上記の電気チップ、光導波装置、及び電気配線層を一体化した光電気混載装置により、高密度実装されて高速にシステムを切り換えられるシステムLSIを構成することもできる。このシステムLSIは、1チップで多機能を発現するシステムオンチップ（SoC）として機能させたり、パッケージ化して電気回路基板に実装するシステムインパッケージ（SiP）として機能させたりできる。もちろん、1つのドータボードとして利用するような光電気混載基板としても利用できる。この様に、本発明による光電気混載装置は、サイズ、実装方法、適用方法、動作システムなどにより、チップレベルから基板レベルまでを包含したものである。

#### 【0017】

この光電気混載チップをマルチメディア機器に用いれば、複数無線方式に対応でき、しかも高速に方式間の切り換えができたり、映像、音声情報を高速に処理したりすることができる。

#### 【0018】

また、上記目的を達成する本発明の光電気混載装置の駆動方法は、前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成し、前記タイミング制御信号は、該パケット信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行ない、パケット信号取捨選択のための電気信号は、発信側の電気チップからパケット列の繰り返し周期で決まるクロック周波数で送信し、受信側の電気チップにおいて選択するパケット列より早いタイミングで該取捨選択のための電気信号パルスを受信し、該パルスの立下りのタイミングでパケット信号の取り込みを開始することを特徴とする。

#### 【0019】

また、前記光出力ポート側から発信される光信号は、有限のパルス列からなるパケット信号列で構成し、前記受信タイミングを制御する電気信号は、該パケッ

ト信号の取捨を選択する命令信号として前記光入力ポート側に個別に送られて、時分割パケット交換を行って前記光入出力ポート間の光接続の切り換えを行ない、パケット交換の制御パターンは、該装置内または装置外のメモリに記憶し、該メモリから順次パターンを読み出して該装置の動作を制御することを特徴とする。

#### 【0020】

また、上記目的を達成する本発明の電子機器は、上記の光電気混載装置を組み込むことで電気チップ間の高速光接続を自由に再構成でき、1つの機器で複数の組み込みシステム間を高速にスイッチできる様に構成されたことを特徴とする。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を明らかにすべく図面を用いて具体的な実施例を説明する。

##### （実施例1）

本発明の第1の実施例である光電気混載装置の斜視図を図1に示す。本実施例では、多層電気配線層を構成する基板2及び光自由接続を可能にする光導波層1（スラブ導波路）が積層されて集積されている。この図の形態では単層の光導波層1が最上面に集積されているが、後の実施例でも述べる様に電気配線層内部に多層の光導波層が集積されている形などでも良い。

#### 【0022】

多層電気配線層を構成する基板2の材料は、プリント基板を構成するようなFR4でもよいし、ポリイミド樹脂、アラミド樹脂のような有機材料、 $Al_2O_3$ や $AlN$ などの無機セラミック材料、ガラス、或いはこれらを混合したハイブリッド材料でもよい。各電気配線層の電気配線8間がビアホール9で接続される様に電気配線層はビルドアップされ、外部とのインターフェースとしての電極3が備えられ、チップ全体で1つの機能を有する所謂システムインパッケージ（SiP）を構成することができる。すなわち、チップの形状としてはチップサイズパッケージ（CSP）となっており、その大きさは10mm角～50mm角程度である。この多層電気配線層の内部には、抵抗、コンデンサ、コイルなどの受動チップ、或いは能動チップと

してICを組み込んでもよい。

#### 【0023】

この電気配線層上部には厚さ $100\mu\text{m}$ のスラブ型の樹脂光導波層1が集積されているが、厚さについてはこれに限るものではない。ここでは導波層1の材料としてポリカーボネートZを用いたが、ポリイミド、シロキサン、SU-8、BCB、ポリシランなどガラス転移温度が比較的高い光学樹脂材料が好適に用いられる。この導波層1上には、ベアチップのSi-LSI1~5(4a~4e)が搭載されており、チップの下に集積された光I/O素子(光入出力ポートを構成する)、具体的には半導体レーザ及びpinホトダイオードによって、チップ間の光接続ができる様になっている。このベアチップは、LSI作製時に同時に電気接続を行うための電極を作り込んだ所謂ウエハレベルチップサイズパッケージ(WLCSP)が好適に用いられる。チップ間のインタコネクションについては、リコンフィギャラブルな配線部分は光接続で行われるが、電気接続部分は光導波層1に形成したビア配線等を介して基板2の電気配線8で行われたり、光導波層1上に形成した電気配線5で行われたりする。チップ外部との接続もこの光導波層1からの光空間伝送37で行える。光導波層1のサイズは基板2と同サイズにしているが、この形に限るものではなく、必要な領域にのみ光導波層が備えられている形でも良い。

#### 【0024】

チップ実装の例を図2に示す。これは1つのチップ周辺の断面図を示しており、光導波層1の上には、電極24と25の間でハンダバンプ26を用いてベアチップLSI20が実装されている。その他のバンプ26は、発光素子27駆動用の電極10、受光素子28駆動用の電極11、及び光導波層1表面に形成した電気配線5とベアチップLSI20の電極とを接続している。電極24は、光導波層1を貫通するビア配線23を介して基板2上の電気配線21に接続され、さらに基板2内のビア配線9や内部配線8を用いて電気回路が形成されている。光導波層1表面の配線5は、例えば、LSIチップ間の制御信号用に用いるが、チップ間の制御信号は基板2の表面の電気配線21や内部配線8などで接続されていても良い。

#### 【0025】

本実施例において、光接続はスラブ光導波路 1 を用いてブロードキャスト的に行う。発光素子 27 からの光信号は、半球状の反射体 12 を用いて光導波層 1 に結合させて発信し、他のチップから光導波層 1 を介して伝播してきた光信号は、同様に、反射体 13 を用いて受光素子 28 に結合させて受信する。これら光素子の中心と反射体の頂点の位置が光導波層 1 垂直方向に沿って一致していれば、光素子はスラブ光導波路 1 全体に対して光結合でき、対照的に、偏心させれば一定の放射角をもった領域のみと光結合できる。LSIチップの位置や光強度の必要性に応じて最適な伝播形態を選択すればよい。これについては後に説明する。

#### 【0026】

本実施例では、光素子はGaAs系で面型の半導体レーザ、pinホトダイオードであるが、GaAs基板を除去して光導波層 1 上に $7\mu\text{m}$ 厚の薄膜集積化したもの（機能層転写：Functional Layer Transfer (FLT)）を用いているので、通常のはんだバンプ（ $30\mu\text{m}\Phi\sim 100\mu\text{m}\Phi$ ）を用いてLSI実装すれば十分な高さクリアランスが得られる。GaAs基板を除去しない場合には、光素子を保護するためにLSIチップ 20 と光導波層 1 間にスペーサ（不図示）を挿入しても良い。また、この光素子はLSIチップ上にハイブリッド集積したもの、或いは光導波層 1 内に埋め込んだものでもよい。光導波層 1 内に埋め込んだ形の場合には、光素子による凸部は低くできるのでスペーサは不要になる。

#### 【0027】

次に図 3～図 5 を用いて、この再構成可能な光接続の制御、動作について説明する。図 3 は図 1 の光電気混載装置 30 を上から見た平面図である。例えば、LSIチップ 1（33a）から光導波路に光信号 31 を全方位に発信し、その他のLSIチップ 2～5（33b～33e）では所望のタイミングで信号を受信する。光信号 31 は 128bit列を 1 単位とした固定長のパケットになっており、パケット毎に、必要なLSIチップに対して受信命令を電気配線 32 を用いて個別に電気信号で送ることで受信制御している。このとき、例えば、LSIチップの内部クロックが200MHz、内部バスが 16 ビットパラレルであったとすると、シリアル化して3.2Gbpsの光信号として  $128/16=8$  ビット分のパラレル信号を 1 パケットとして発信することになる。これらの数値はシステム仕様によって変えられる。こうして、光信



号は3.2Gbpsで送受信されるが、パケットの繰り返し周期は $3200\text{MHz}/128 = 25\text{MHz}$ となるので、受信タイミング制御用の電気信号は非常に遅いものでよい。図3の動作例では、LSIチップ1(33a)から発信されたパケット列は順にFACEB…となり、LSIチップ2(33b)は、制御信号によりパケットAとEだけを受信する様に命令されている。

#### 【0028】

この様子を分かりやすく説明する図が図4である。1パケットのビット数は簡単のため20ビット分にして描いている。図4(a)はLSI1からの光信号を示し、光信号の各パケットは、シリアル化されたデジタル高速信号でASK変調された光パルス列からなる。これは上で述べた様にブロードキャストされている。一方、図4(b)はLSI1からLSI2に向けた受信タイミング制御用電気信号を示し、LSI2にパケットAとEを受信させるために、予め電気パルスをLSI2に送信して立下りのタイミングで受信開始させる様にすれば、図4(c)に示す様に所望の信号がLSI2において受信できる。

#### 【0029】

このとき、既に述べた様に、電気制御信号は光信号列に比べて非常に遅いクロックレートで良い。また、通常のパケット交換では先頭などに発信元、受信先情報などを信号列に加えることが普通である。しかし、本実施例のチップ間伝送においては、非常に距離が近いので、高速光信号と電気制御信号のタイミングを合わせ込むことが容易である。そこで、パケットにアドレス情報などを特に載せなくてもパケット交換が可能になり、パケット内に最大限に情報を載せられるというメリットが生じる。タイミングの合わせ込みは、LSIに組み込まれたパラシリ変換回路などの光送受信部分の遅れ時間や伝播遅延のトータルの光信号の遅れ時間を、電気配線の長さや位相調整回路などによって電気制御信号の遅れに一致させる様にすればよい。もちろん、パケットの先頭に開始信号を載せたり、LSIチップにバッファ素子を設けてタイミング調整してもよい。

#### 【0030】

このようなチップ間接続を全て電気で行った場合と比較してみる。パラレル接続する場合には16本の電気配線を全てのチップ間に張り巡らせることになるが

、200MHzという比較的高速な信号を伝播させるにはストリップ線路としての設計が必要になって、電磁放射やクロストークの観点から配線密度、パターンに制約が生じる。そのために、ボード面積が大きくなってしまう。シリアル化して電気信号を伝送した場合、ボード面積の問題はなくなるが、1GHz程度の信号になると、基板における電気信号の減衰、遅延、放射ノイズの問題から、ボード材料やシールド対策による高コスト化、駆動電力のハイパワー化が問題になる。そこで、本発明による光接続が、高速でコンパクトな実装という観点における解決策と成り得る。また、パケット交換方式にすることにより実質的な転送レートは遅くなるが、配線リソースを有効活用し高価な光学部品を必要としないことで、低コスト化には有利となる。なお、ここで示したパケット長やクロック速度は一例であり、必要なシステムに応じて最適設計されるものである。また、パケット長を可変にすることも可能である。

#### 【0031】

図3ではLSIチップ1から他のチップに伝送する例を示したが、発信源や受信先は変えていくことができる。例えば、図5(a)では、LSIチップ3が発信源になってブロードキャストし、図5(b)ではLSIチップ5が発信源になっている。ここで、光の発信方向は図5で示す様に90度の放射角であるのが望ましいので、前述した様に、発光素子の中心と光導波層内にある光反射体の頂点とを離調して伝播方向を制限している。これによって、光の拡散による損失が減少するので、対角にあるLSIチップまで伝送距離を伸ばせる。360度方向に拡散する場合の単位面積あたりの光パワーは、光導波層の伝播損失が十分小さい場合、伝播距離 $R$ として $1/2\pi R$ に比例して減衰することになるが、90度方向に制限すれば $2/\pi R$ に比例することになるからである。本実施例では、光導波層が1つであるために、或る一定時間では1つのLSIチップが占有して発信源になって、その他のチップが受信するということになり、順次発信源を変えていくことになる。

#### 【0032】

以上の様に、本実施例では、小型で高速動作できる配線再構成可能なチップ混載型システムLSIを実現できる。

#### 【0033】

## (実施例 2)

本発明による第 2 の実施例は、2 チップ以上で同時に発信することを達成するものである。図 6 の様に LSI チップ 2 と 5 から同時に異なる信号を発信した場合に、受信チップとなる LSI チップ 1、3 及び 4 では光信号を分離して受信しなければならない。そこで、図 6 で示した様に、2 つの光信号の光強度を異ならせ、受信回路で信号処理をすることでこれを実現する。光強度は、レーザを変調する電流値を変えれば容易に制御できる。

## 【0034】

例えば、チップ 5 の光強度を  $P_o$ 、チップ 2 の光強度を  $2P_o$  とすれば、チップ 1 での受信信号は等距離で減衰量が同じであるとする、次のような組み合わせが考えられる。

- a) (チップ 2、チップ 5) = (0, 0)  $\Rightarrow$  受信パワー; 0
- b) (チップ 2、チップ 5) = (1, 0)  $\Rightarrow$  受信パワー;  $2\alpha P_o$
- c) (チップ 2、チップ 5) = (0, 1)  $\Rightarrow$  受信パワー;  $\alpha P_o$
- d) (チップ 2、チップ 5) = (1, 1)  $\Rightarrow$  受信パワー;  $3\alpha P_o$

ただし、 $\alpha$  はパワー減衰の割合である。この様に、受信パワーから 2 つの LSI チップからの信号の値が分かるのでこれらを分離して受信することができる。チップの位置によっては減衰の割合が異なるので、予め減衰量、出射光パワー、遅延量などをデータベース化して信号処理をプログラミングしておけば、図 6 以外の様々なケースに対応できる。

## 【0035】

この様に複数の発信源で同時に信号伝送可能な制御を行えば、実質的な信号転送レートを向上させることができる。

## 【0036】

## (実施例 3)

本発明による第 3 の実施例は、図 7 の様に光導波層 70 を多層にして電気配線層 71、72 の間に組み込んだものである。これは、第 1 の実施例とは異なってパッケージではなく、1 つの機能を発現するマルチチップモジュール (MCM) を構成し、サイズは概ね 50mm 角 ~ 100mm 角である。外部とのインターフェースは図示

していないが、コネクタや電気ケーブル或いは光ケーブルで接続される。それぞれ内部配線 73、74 を含む電気配線層 71 及び 72、光導波層 70 全てをビルドアップ化して、表面には LSI 1～5 (75a～75e)、受動素子 76 などをコンパクトに実装している。

#### 【0037】

光導波層 70 を多層にすることで、第 1 の実施例で述べたような複数の LSI チップやメモリチップなどの相互光接続を、第 2 の実施例のような光強度を変える方式を使わずに、同時に行うことができる。本実施例の様に、基板サイズが比較的大きくなった場合には、光の強度で多重化することが難しくなってくる。従って、若干のコスト上昇を伴ったとしても、大型サイズのモジュールでは多層化して空間多重した方が、動作スピードの向上や高機能化の面で優れる。本実施例では、チップ間の制御用の電気接続は電気配線層 71 の内部配線 73 で行われている。

#### 【0038】

次に多重化の仕方について説明する。本実施例の様に伝播距離が長くなってきた場合には、360度方向に拡散させると減衰が大きく、それを解決すべく光強度を強くするために電流を増加させると消費電力の問題が生じる。そこで、第 1 の実施例で既に述べた様に、拡散角度を制限することを本実施例でも行っている。具体的には、LSI 1 からの発信は LSI 2 及び LSI 3 向けと LSI 4 及び LSI 5 向けの 2 つに分けて 120度の放射角で行っている (図 7(b))。これらは空間的に分離できるので、同一シート (第 1 層) 内で発光素子 77 を 2 つ使って分けている。一方、対角にある LSI 2 のチップなどは、LSI 1 からの発信用の光導波層とは異なる導波層 (第 2 層) において、90度の放射角で LSI 1、LSI 3、LSI 4 向けに発信する光源 77 と、LSI 5 に 10度の狭い放射角で発信する光源 77 の 2 つを備える (図 7(c))。他の LSI 3～5 もこれと同様である。従って、光導波層は 5 層になり、各層においては、1 つのチップからの信号を発信する 2 つの発光素子 77 と、発信源以外のそれぞれのチップに対応する 1 つずつの計 4 つの受光素子 78 とが集積されている。こうして、各 LSI チップから繋がる受光素子 78 は、そのチップから繋がる発光素子の無い層全てに備えていることになる。

**【0039】**

このような構成にすることで、複数のLSIチップ間の高速接続を同時に行うことができ、超高速な並列処理が可能となる。なお、多層の光導波層70の層数や、発光素子77、受光素子78の配置の仕方、拡散方向や領域の分け方は一例を示したものであり、上記で説明したものに限定されない。

**【0040】****(実施例4)**

本発明による第4の実施例は、LSIチップ間の信号転送を予めプログラミングしておいて中央集中管理でシステムを動かすものである。今までの実施例では、リアルタイム処理として各LSIチップで分散並列演算を行う形態であったが、第4の実施例では、例えば、図1のLSIチップ1内のメモリ内に記憶されたシーケンスに従って、このチップが各チップに受信タイミング制御信号を電気で送信する方式を採る。

**【0041】**

そのフローチャートの例を図8に示す。スタート信号と共に、LSIチップの内部クロック（第1の実施例では200MHz）を分周した制御クロック（第1の実施例では25MHz）をプログラムカウンタでカウントして、LSIチップ1から送出される制御信号で光パケット信号の交換を行う。図8のフローチャートでは、1つの動作を15クロック分、すなわち0.6 $\mu$ secで終了することを意味している。実際の組み込み機器で動作させる場合には、このような動作間を遷移するようなシーケンスが組まれる。図9はその状態遷移図の例を示したものである。何らかのスイッチSWによりプログラミングされた動作間で遷移させながら機器を動作させる。場合によっては、或る固有の動作プログラミングを外部よりダウンロードして、新たな機能を付け加えたり、バージョンアップしたりすることができる。

**【0042】**

このような動作をさせる機器の一例として、高機能なモバイル端末80を図10に示した。このモバイル端末80には、表示部81、ボタン操作部82、ダイヤル操作部83などのマンマシンインターフェース、及び外部との信号のやりとりを行うためのアンテナ84を含む無線部が備えられる。その内部には、メイン

ボード 8 5 及び本発明による光再構成配線を内蔵したチップまたはパッケージ 8 6 が備えられ、組み込みシステムを構成している。

#### 【 0 0 4 3 】

近年、無線の方式として、WCDMAやCDMA2000x方式の公衆携帯電話網、PHS、無線LAN (IEEE802.11a、bなど)、ワイヤレスIEEE1394、ウルトラワイドバンド(UWB)、Bluetoothなど数多くの方式があり、これらの方式間のスムーズな切り換えや、ワンチップで処理できる無線部などが囑望されている。本発明による光電気混載チップでは所謂ソフトウェア無線を実現でき、高速で複数の無線方式をダイナミックに切り換えることができる。従って、小型で高速処理が可能なデジタル電子機器を提供できる。

#### 【 0 0 4 4 】

本発明による光電気混載チップでは、ソフトウェア無線以外にも、映像や音声を伴うようなマルチメディア処理、例えば圧縮、伸張などにも色々な方式に対して高速に対応できる。また、本発明による光電気混載チップを単体で機能させて小型、高機能な無線タグとして用いたり、多数のチップを用いて更にチップ間を光導波体で結合することで、ロボットのような大規模な組み込みシステムを構築することもできる。これら以外にも、組み込み処理が必要な電子機器全般に適用して高性能化することが可能となる。例えば、高速マルチメディア処理のできる複写機、プリンタなどのOA機器や撮像装置、高速変換が可能な計測器などを本発明による光電気混載装置を用いて構築できる。

#### 【 0 0 4 5 】

この様に、以上に説明した各実施例によれば、次世代マルチメディア電子機器等において、小型で高速に配線切り換えができる光再構成配線を可能にする光導波装置を搭載したチップ、パッケージ、基板を実現できる。こうして、必要最小限のチップと配線で複数のアーキテクチャを構成し、かつ異なるアーキテクチャの変更を容易に行うことができ、高速なマルチメディア処理等が可能な高密度実装された電子機器等を比較的 low コストで提供することができる。また、その場で必要な組み込みシステムを選択して最適な処理を行うことができ、しかもそのシステム間の切り換えを簡単な制御で高速に行うこともできる。

**【0046】****【発明の効果】**

以上に説明した様に、本発明によれば、光導波路を伝播してくる光信号の内、所望の信号を選択的に受信できる構成を備えた光導波装置等の提供が可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明による第1の実施例の光電気混載装置の斜視図である。

**【図2】**

本発明による第1の実施例の光電気混載装置のチップ実装を説明する断面図である。

**【図3】**

本発明による第1の実施例の光電気混載装置の光信号の転送の仕方の例を説明する図である。

**【図4】**

本発明による第1の実施例の光電気混載装置の信号の受信タイミングを説明する図である。

**【図5】**

本発明による第1の実施例の光電気混載装置の光信号の伝播の方法の例を説明する図である。

**【図6】**

本発明による第2の実施例の光電気混載装置の光信号多重の方法の例を説明する図である。

**【図7】**

本発明による第3の実施例の光電気混載装置及びその光信号の伝播の方法の例を説明する図である。

**【図8】**

本発明による第4の実施例の光パケット信号の交換のフローチャートの例を説明する図である。

**【図 9】**

本発明による第 4 の実施例の状態遷移の例を示す状態遷移図である。

**【図 10】**

本発明による第 4 の実施例のモバイル端末を示す図である。

**【図 11】**

スラブ光導波路を用いた光接続装置の従来例を示す図である。

**【符号の説明】**

- 1、70…光導波層（スラブ導波路）
- 2、71、72…電気配線層
- 3、24、25…電極
- 4a～4e、20、33a～33e、75a～75e…LSIチップ
- 5、8、10、11、21、32、73、74…電気配線
- 9、23…ビア配線
- 12、13…光反射体
- 26…はんだバンプ
- 27、77…発光素子
- 28、78…受光素子
- 30…光電気混載装置
- 31…光信号
- 37…光空間伝送
- 80…モバイル機器
- 81…表示部
- 82、83…操作部
- 84…アンテナ
- 85…メインボード
- 86…光電気混載チップ
- 201'…基板
- 201''…スラブ光導波路
- 202…LSIボード



2 0 3 … 信号光

2 0 4 … 入出力端子

2 0 5 … 受信素子

2 0 6 … 発信素子

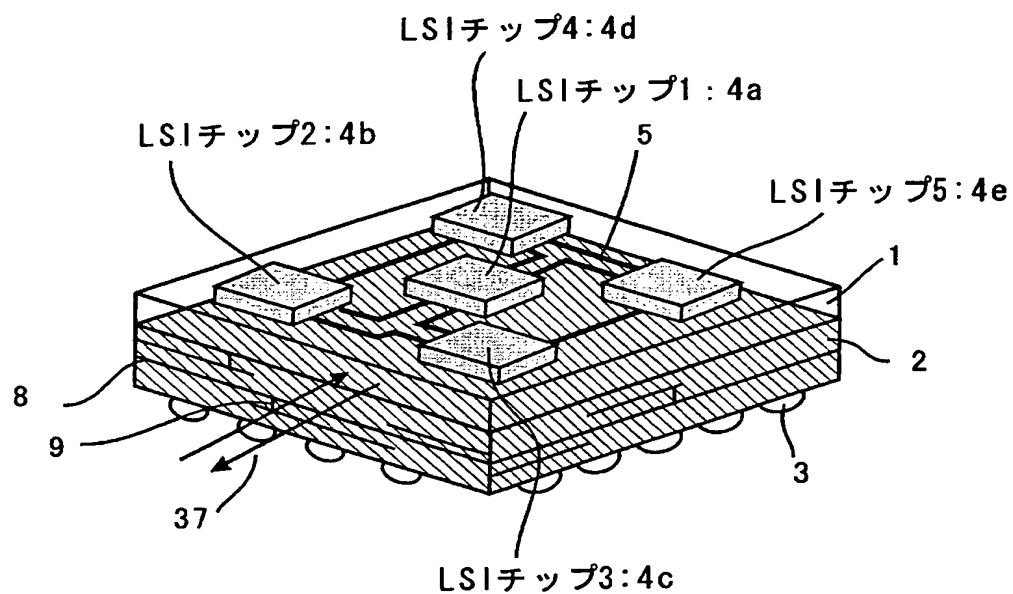
2 0 7 … ホログラム

2 0 8 … 絶縁層

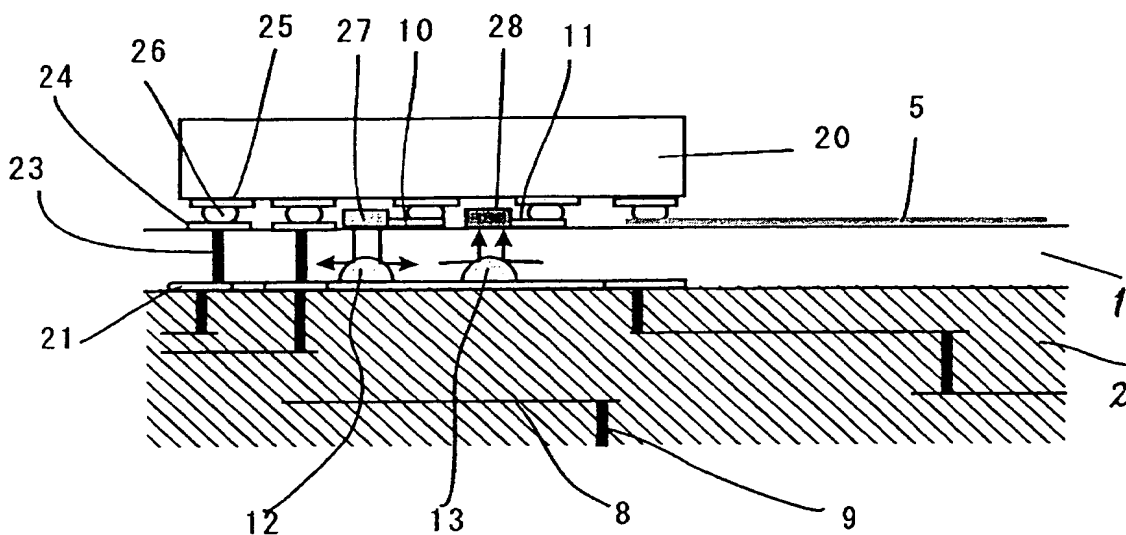
2 0 9 … 高分子封止材

【書類名】 図面

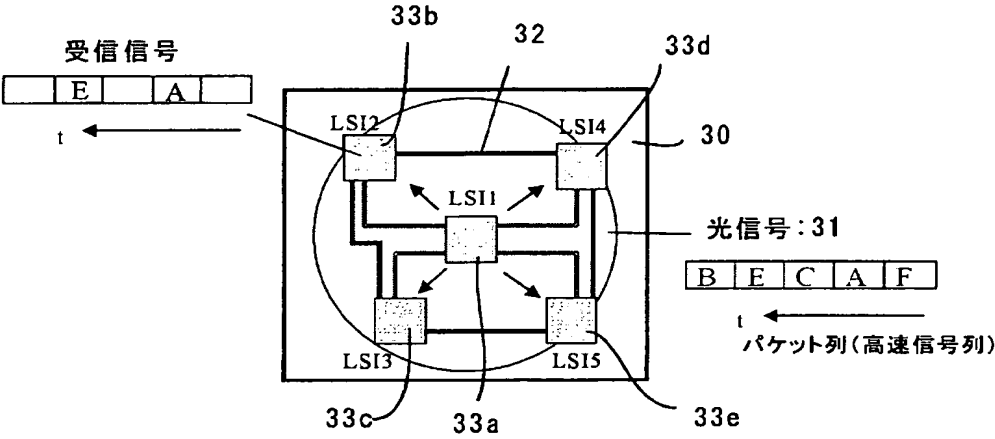
【図 1】



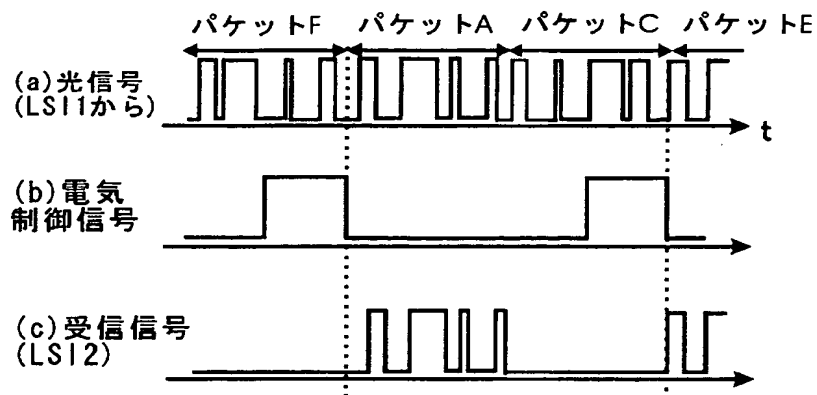
【図 2】



【図 3】

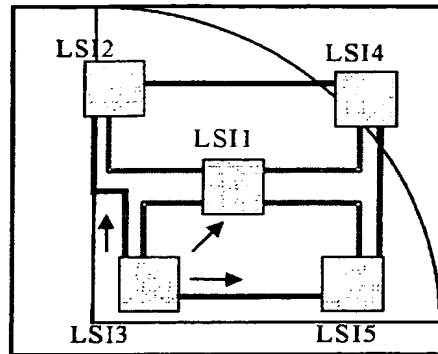


【図 4】

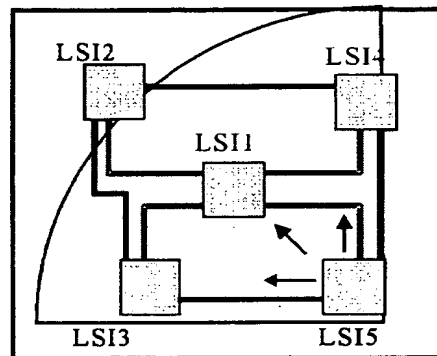


【図 5】

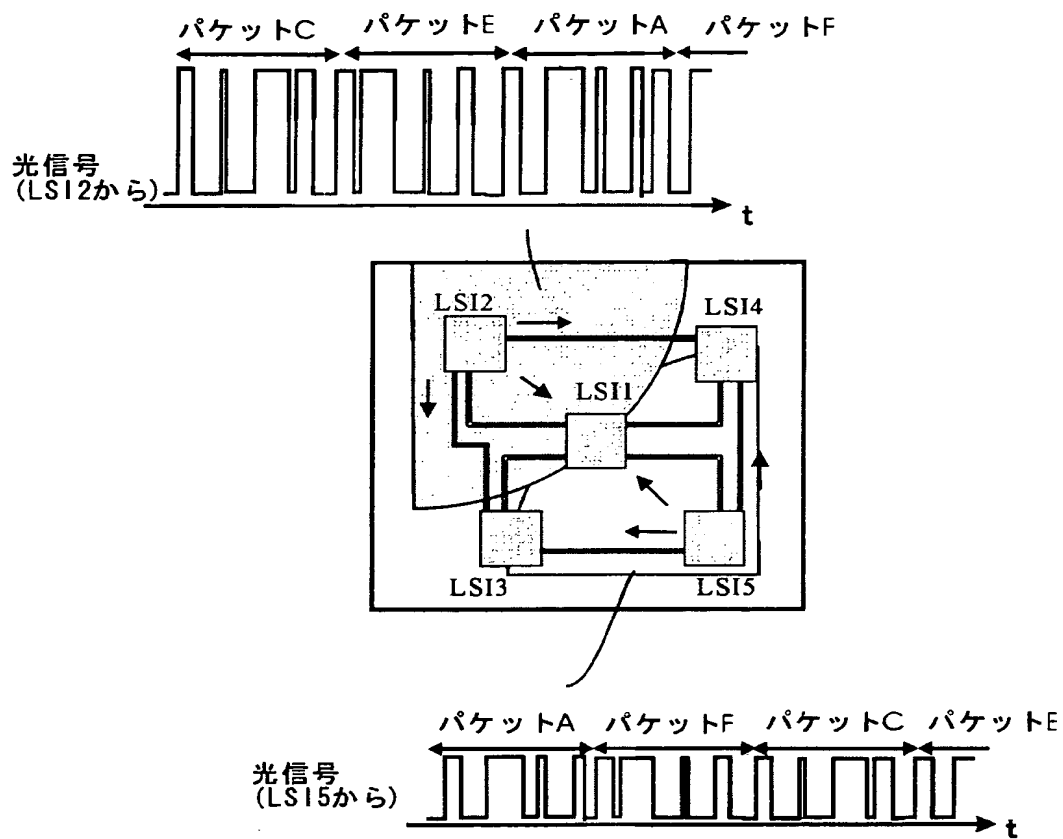
(a)



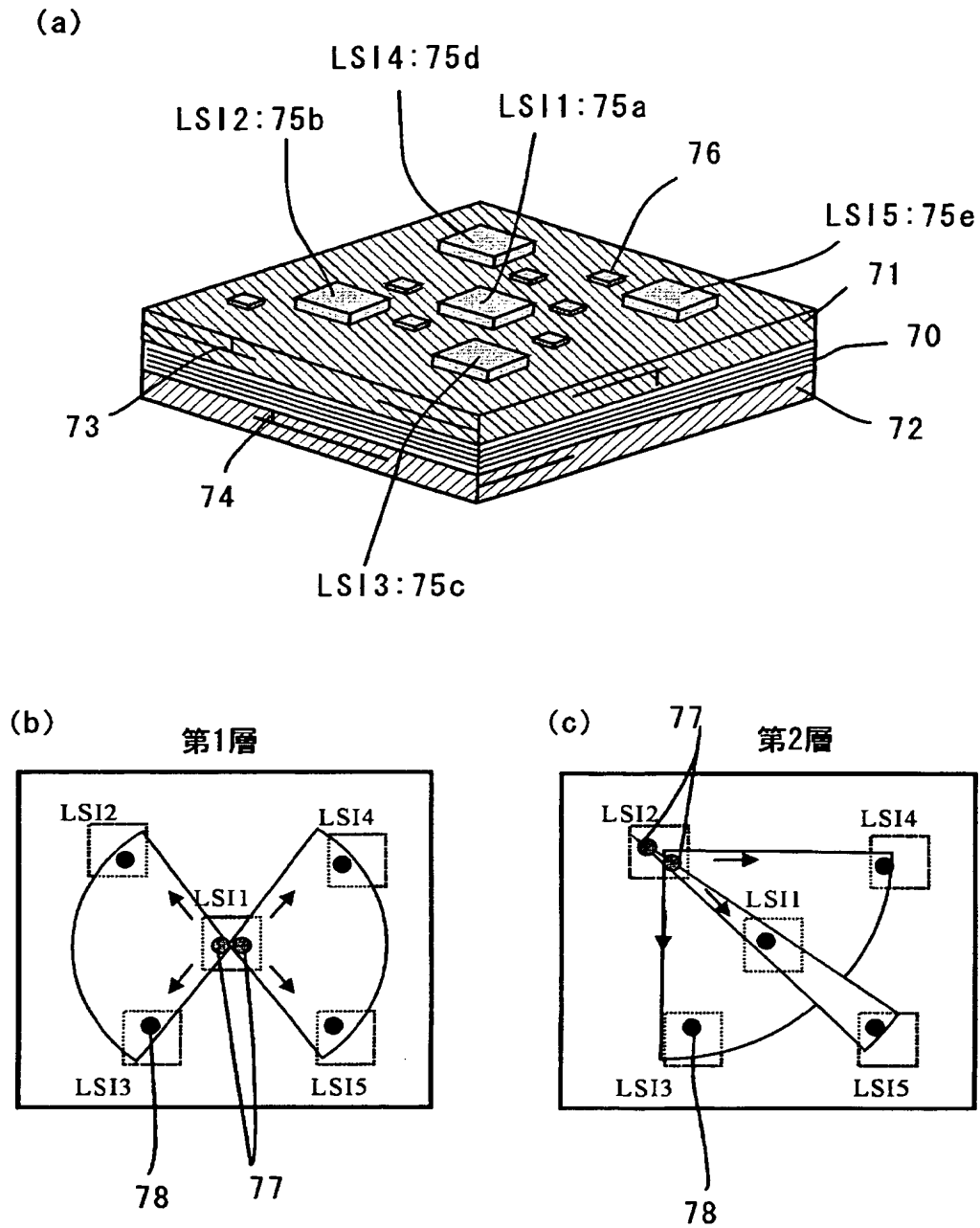
(b)



【図 6】

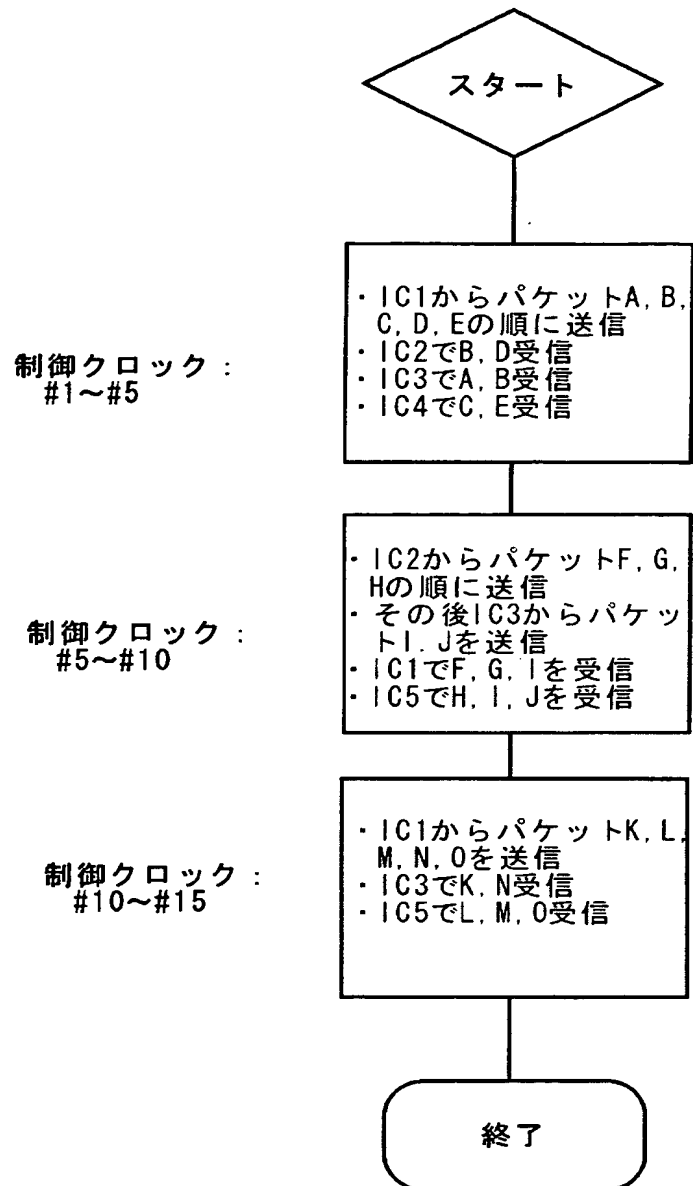


【図 7】

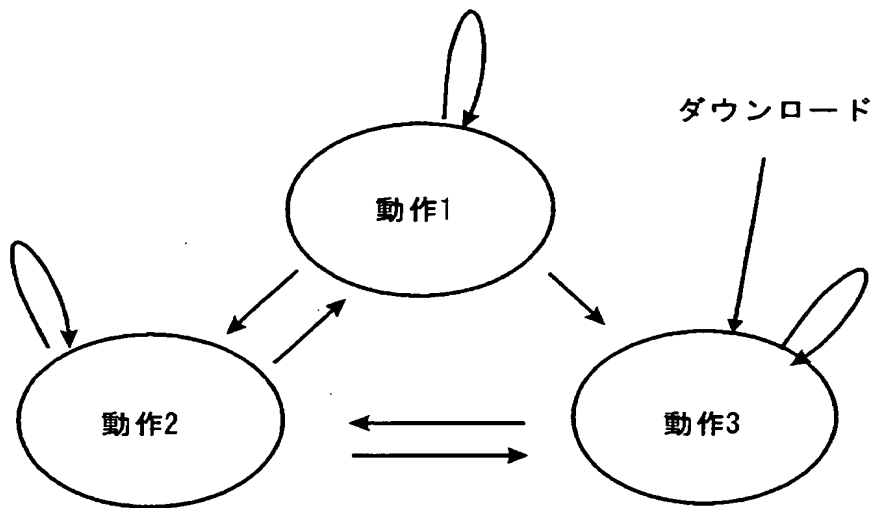




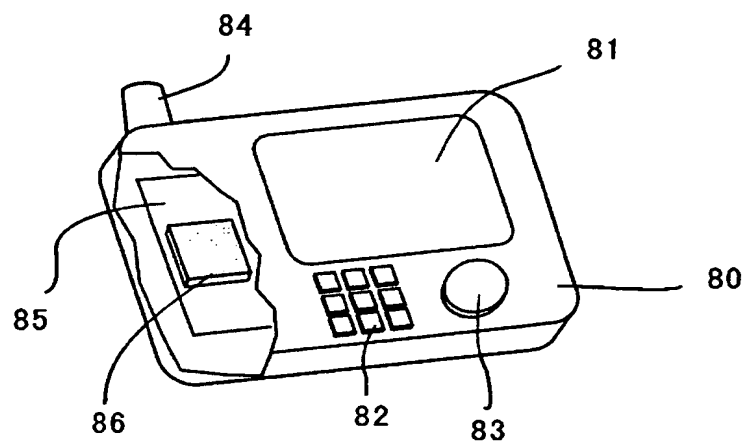
【図 8】



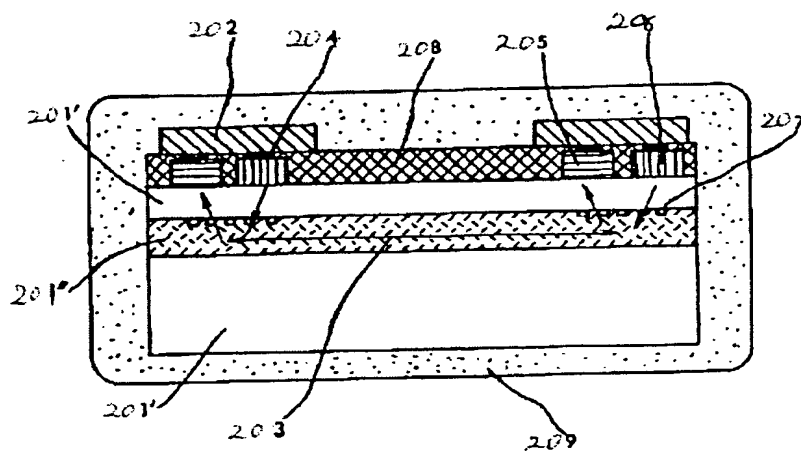
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導波路を伝播してくる光信号の内、所望の信号を選択的に受信できる構成を備えた光導波装置である。

【解決手段】 光導波装置は、光導波路 1、及び光導波路 1 への光信号の入出力を行う光入出力ポートを備え、光入力ポートは、光入力ポートに電気信号として入力されるタイミング制御信号を用いて、光出力ポートから光導波路 1 へ入力された光信号を受信する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 7 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社